

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Online navigační soutěž pro sportovní létání

Online Navigation Contest for General Aviation

Student:

Filip – Jan Byrtus

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jiří Hořínka

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání bakalářské práce

Student: **Filip-Jan Byrtus**
Studijní program: B3712 Technologie letecké dopravy
Studijní obor: 3708R037 Technologie provozu letecké techniky
Téma: Online navigační soutěž pro sportovní létání
Online Navigation Contest for General Aviation
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Vytvořit návrh pro realizaci online soutěže v navigačním létání.

Osnova práce:

1. Úvod – motivace k řešení.
2. Charakteristika soutěže (pravidla soutěže, systém bodování a hodnocení letu, proces zaznamenávání letu).
3. Návrh soutěžních tratí.
4. Návrh online rozhraní pro realizaci soutěže.
5. Zhodnocení dosažených výsledků.
6. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

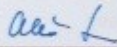
KELLER Ladislav a kolektiv. Učebnice pilota 2016 pro žáky a piloty všech druhů letounů a sportovních létajících zařízení, provozujících létání jako svou zájmovou činnost. Cheb: Svět křidel, 2016. ISBN 978-80-87567-89-0.
FAI SPORTING CODE - SECTION 2 [online]. Avenue de Rhodanie 54 CH-1007 Lausanne Switzerland: FAI, 2018 [cit. 2019-11-25]. Dostupné z: https://www.fai.org/sites/default/files/documents/sc_section_2_2018v2.pdf.
ZITKO Karel a VACÍK Milan. Učebnice létání: příručka pro výcvik soukromého pilota letounu - PPL(A). 6. aktualizované vydání. Praha: Vintage Aviation Publishing, 2016. ISBN 978-80-260-9395-4.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Hoříňka**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020



prof. Ing. Aleš Sliva, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřisečné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 18. května 2020



Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- беру на ве́домі, że Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užit tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užit dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užit toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на ве́домі, že – podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů – že tato bakalářská práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18. května 2020.

Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce: Filip – Jan Byrtus

Adresa trvalého pobytu autora práce: Požárnícká 1332, Třinec, 73961

Anotace

BYRTUS, F.J., *Online navigační soutěž pro sportovní létání*, Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2020, 50 s. Vedoucí práce: Hořinka, J.

Bakalářská práce se zabývá vytvořením návrhu pro realizaci online navigační soutěže pro sportovní létání. V počátku práce je popsán stávající stav problematiky, dále je pak s ohledem na škálu letounů, které se soutěže mohou účastnit, vytvořen kompletní návrh, podle kterého může být soutěž realizována.

Klíčová slova: Soutěž, všeobecné letectví, ultralehký letoun

Annotation

BYRTUS, F.J., *Online Navigation Contest for General Aviation*, Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2020, 50 p. Thesis Head: Ing. Hořinka, J.

Bachelor thesis deals with the creation of proposal for the realization of online navigation contest for general aviation. At the beginning of the work is described the current state of problematice, then with respect to the range of aircraft that can participate in the competiton a complete proposal is created according to which the contest can be realized.

Key words: Contest, Genereal Aviation, Ultralight

Obsah

Seznam použitých zkratk	9
1. Úvod	10
1.1. Bezmotorové létání a soutěž CPS Online	11
1.2. Nevýhody stávajících navigačních soutěží	12
1.3. Cíl práce	13
1.4. Koncept online soutěže pro sportovní létání	14
2. Definice a organizace	15
2.1. Mezinárodní letecká federace (FAI)	15
2.2. Aeroklub České republiky (AeČR)	15
2.3. Letecká amatérská asociace ČR (LAA)	15
3. Pravidla soutěže	16
3.1. Letadla	16
3.2. Soutěžící	17
3.3. Zaznamenávací zařízení (logger)	17
3.4. Všeobecná pravidla	18
4. Systém bodování	20
4.1. Režimy letu vyskytující se na trati	20
4.2. Výšky v letectví	20
4.3. Rychlosti v letectví	21
4.4. Systém bodování obecně	22
4.5. Body a jejich odečítání	22
4.6. Hodnocené parametry	24
5. Návrh soutěžních tratí	27
5.1. Podmínky pro konstrukci tratě	28
6. Navigace na trati	29
7. Ukázkové tratě	29
7.1. Ukázková trať č. 1	29

7.2.	Ukázková trať č. 2.....	31
7.3.	Ukázková trať č. 3.....	34
8.	Návrh online rozhraní pro realizaci soutěže	36
8.1.	World Wide Web	36
8.2.	Webová stránka.....	36
8.3.	Webová stránka online soutěže.....	37
9.	Grafické rozvržení webové stránky soutěže	38
9.1.	Hlavní panel	38
9.2.	Pravý panel	39
9.3.	Hlavní horní panel	39
9.4.	Pravý horní panel	39
9.5.	Spodní panel	40
9.6.	Navigační panel	40
10.	Struktura webové stránky	40
10.1.	Domovská stránka (home page)	40
10.2.	Výsledky	41
10.3.	Piloti.....	42
10.4.	Nový let.....	42
10.5.	Nahrát let.....	44
10.6.	Nápověda a kontakt	44
11.	Zhodnocení dosažených výsledků	45
12.	Závěr	46
	Použitá literatura	48
	Seznam obrázků	50

Seznam použitých zkratek

Zkratka	Anglický význam	Český význam
AAL	Above Aerodrome Level	Nad úrovní letiště
AGL	Above Ground Level	Nad úrovní země
AMSL	Above Mean Sea Level	Nad střední hladinou moře
ATZ	Aerodrome Traffic Zone	Letištní provozní zóna
FAQ	Frequently Asked Questions	Často kladené dotazy
FL	Flight Level	Letová hladina
FR	Flight Recorder	Zaznamenávací zařízení
GA	General Aviation	Všeobecné letectví
GNSS	Global Navigation Satellite System	Globální navigační satelitní systém
GPS	Global Positioning System	Globální systém určení polohy
GS	Ground Speed	Trat'ová rychlost
HTML	Hypertext Markup Language	Značkovací jazyk
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	Protokol pro přenos hypertextu
CHKO		Chráněná krajinná oblast
IFR	Instrument Flight Rules	Pravidla pro let podle přístrojů
IOC	International Olympic Committee	Mezinárodní olympijský výbor
MTOM	Maximum Take-off Mass	Maximální vzletová hmotnost
SLZ		Soukromé létající zařízení
URL	Uniform Resources Locator	Jednotná adresa zdroje

1. Úvod

Letectví, a především samotné letouny neslouží pouze k přepravě osob či nákladů na delší vzdálenosti. Hlavně, mluvíme-li o kategorii letounů z oblasti všeobecného letectví (general aviation) a ultralehkých letounech, slouží tyto stroje především k soukromým účelům, v některých případech také k výcvikům, popřípadě leteckým pracím. Právě tato kategorie letounů je v čím dál větší míře využívána pro piloty, jenž létají především pro zábavu a své potěšení.

Těmto pilotům je však v současnosti nabídnuto malé množství aktivit spojených s létáním a současným rozvíjením svých schopností. V dnešní době jsou organizovány pouze letecké setkání (které však pilotovy schopnosti příliš nerozvíjejí) a navigační soutěže (které rozvíjejí pilotův potenciál, avšak je zde velké množství záporných faktorů ovlivňující účast). Piloti mají možnost zdokonalovat své schopnosti při samostatném navigačním létání, při kterém však nemají možnost porovnat své schopnosti s ostatními, a především musejí svůj navigační let ohodnotit samostatně a sebekriticky.

1.1. Bezmotorové létání a soutěž CPS Online

V podobné situaci se nacházel také „svět“ bezmotorového létání. Do roku 2006 existovaly pouze soutěže klasického typu, kdy se na pořádající letiště dopravili soutěžící spolu se svými kluzáky. V soutěžní den pak byla zveřejněna letová trať, kterou každý soutěžící se zaznamenávacím zařízením (logger) na palubě absolvoval. Zaznamenaná data se pak porovnávala a pilot s nejlépe odletěnou trati byl vyhlášen za vítěze. V roce 2006 se však objevila celostátní plachtařská soutěž s názvem CPS Online.

The screenshot displays the CPS Online website interface. At the top, it shows the CPS logo and registration statistics: 22.364.567 km and 31.878.505 b. Below this is a navigation bar with links to various sections. The main content area is divided into several sections:

- Klubů**: A table listing clubs and their rankings.
- Všichni**: A table listing all participants and their rankings.
- Ženy**: A table listing female participants and their rankings.
- TOP 10**: A section showing the top 10 results with flight paths and statistics.
- Decentralizované soutěže**: A section listing decentralized competitions.
- Novinky**: A section for news and updates.
- Partneři**: A section for partners, including Aeroklub České republiky and Plachtařský Oldtimer klub.

The website also features a search bar, a login section, and a database link at the bottom.

Obrázek 1 - Online rozhraní CPS zdroj: <https://www.cpska.cz/>

V principu soutěž CPS potlačuje všechny nevýhody konvenčních soutěží, jako je časová a finanční náročnost, složitá organizace apod. CPS umožňuje svým soutěžícím vytvořit si a

zalétnout trať z kteréhokoliv letiště a v kterýkoliv čas. Pilot provede let rovněž se zaznamenávacím zařízením na palubě, data však pilot sám nahraje do systému přes stránky CPS a ta je poté vyhodnotí a porovná s ostatními účastníky soutěže.

1.2. Nevýhody stávajících navigačních soutěží

Konvenční navigační soutěže pro motorové létání už ze své podstaty mají několik nevýhod. Obdobně jako soutěže pro kluzáky (kromě CPS zmíněné výše), mají tyto soutěže nevýhody spojené především s pevným datem a místem uskutečnění soutěže. Pilot, který se chce soutěže účastnit si tedy musí obvykle vyhradit dva až tři dny. Dále se pak i s letounem dopravit na místo konání, což v případě pronajatých letounů bývá velice nákladné (pilot platí za každou letovou hodinu). Účast je pak spojena s dalšími náklady jako například hangárování, startovní poplatky, ubytování, strava apod.

Zapůjčení letounu

V případě, kdy pilot nevlastní letoun, musí si jej zapůjčit od organizace provozující letouny, popřípadě od jiného vlastníka. Především v případě zapůjčení od organizace se mohou vyskytovat problémy se zapůjčením. Hlavně co se týče víkendového zapůjčení, kdy jsou letouny nejvíce vytíženy, může nastat požadavek na pilota, který si letoun chce pronajmout, v podobě nalétaných hodin. Organizace tak kompenzuje ušlé zisky tím, že pilot je nucen zaplatit více než nalétá nebo se zaváže k náletu většího počtu hodin, než sám potřebuje.

1.3. Cíl práce

Cílem práce je vytvořit návrh pro realizaci navigační soutěže pro motorové létání s letouny na principu, kdy pilot se zaznamenávacím zařízením na palubě zalétne soutěžní trať a data poté odešle do online systému, který je porovná s ostatními a vyhodnotí nejlepší soutěžící podle počtu dosažených bodů.

Cílem bude vytvořit pravidla soutěže, navrhnout ukázkovou trať (tratě) letu, vybrat vhodné zaznamenávací zařízení, vytvořit pravidla bodování a popsat online rozhraní pro vyhodnocování soutěže.

1.4. Koncept online soutěže pro sportovní létání

Stejně jako CPS Online, i online soutěž pro sportovní létání má za cíl vytvořit soutěž nezávislou na místě a času. Díky online webové stránce mohou piloti vidět své výsledky v porovnání s ostatními soutěžícími.

Pro účast se bude muset pilot pouze registrovat na webu soutěže a mít k dispozici zaznamenávací zařízení (logger).

Kategorie soutěže

- Let podle mapy
- Let podle navigačního přístroje

Průběh přípravy a soutěžního letu

Na webové stránce bude vypsán seznam dostupných tratí (které budou zároveň soutěžní kola) pouze se základními parametry jako je délka, počet otočných bodů apod. Pilot se poté na stránce přihlásí do tratě, kterou hodlá letět. Web mu umožní časově omezený přístup (např. 24 hodin¹) k podrobnostem o trati, které jsou potřebné pro naplánování letu a jeho zalétnutí. Pilot poté zaznamená trať do své mapy, popř. navigačního přístroje (podle kategorie) a vykoná předletovou přípravu. Před samotným startem pilot skrze mobilní aplikaci soutěže nebo web oznámí svůj zamýšlený start spolu s vyplněním několika informací (letiště startu a přistání, výška letu, imatrikulace, osoby na palubě²). Poté pilot může zaletět danou trať a po přistání přes aplikaci nebo web oznámí přistání. Dále na web nahraje údaje ze zaznamenávacího zařízení, které poslouží k ohodnocení letu. Na webu po vyhodnocení letu, bude pilotův výkon zařazen mezi ostatní lety pilotů a tím bude sestaveno pořadí od nejlepšího po nejhorší.

¹časový rámec pro přístup k trati zamezí, aby pilot mohl danou trať zaletět před samotným zaznamenaným letem a tím jí také natrénovat. Po uplynutí doby přístupu soutěžícímu nebude umožněno data ze zaznamenávacího zařízení nahrát.

²Oznámení startu skrze aplikaci nebo web bude možné pouze jednou v časovém rámci pro danou trať. Oznámení o startu a přistání bude použito pro porovnání s daty nahranými ze zaznamenávacího zařízení, čímž se zamezí, aby pilot zalétl trať v časovém rámci vícekrát a použil dle jeho názoru nejlepší záznam.

2. Definice a organizace

Definice letounu

Letoun je podle předpisu L6: *Letadlo těžší než vzduch s pohonem, vyvozující vztlak za letu hlavně z aerodynamických sil na plochách, které za daných podmínek letu zůstávají vůči letadlu nepohyblivé.* [1]

Definice malého letounu

Definice malého letounu podle předpisu L6: *Maximální vzletová hmotnost letounu nepřesahuje 5 700 kg.* [1]

Ultralehkého letounu (ULL)

Podle Zákona o civilním letectví 49/1997: Spadá pod kategorii soukromých létajících zařízení (SLZ) a je to letoun, jehož maximální vzletová hmotnost (MTOM) nesmí přesáhnout hodnotu 600 kg (5 % odchylka v případě, že je letoun vybaven záchranným zařízením), minimální rychlost (V_{min}) nesmí překračovat 83 km/h a je konstruován pro jednu až dvě osoby. Délka vzletu přes překážku vysokou 15 m nesmí přesahovat 450 m. [2] [3]

2.1. Mezinárodní letecká federace (FAI)

Nevládní a nezisková mezinárodní organizace, která zastřešuje letecké aktivity a sporty a podílí se na jejich rozvoji. Federace také sjednocuje pravidla pro letecké sporty, podle kterých pak členské země soutěže a akce organizují. Je také uznávaná Mezinárodním olympijským výborem (IOC), sdružuje také záznamy o rekordech v letectví a kosmonautice, pořádá mezinárodní soutěže. [4]

2.2. Aeroklub České republiky (AeČR)

Nezisková celostátní organizace, která sdružuje kluby a jednotlivce mající zájem v leteckých sportech, zajišťuje reprezentaci České republiky v leteckých sportech, zajišťuje družstva pro reprezentaci na soutěžích FAI. [5]

2.3. Letecká amatérská asociace ČR (LAA)

Letecká amatérská asociace ČR je občanským sdružením pověřeným Ministerstvem dopravy ČR k výkonu správní činnosti v oblasti sportovních létajících zařízení (SLZ). [6]

LAA také zastřešuje svaz ultralehkého létání, který zajišťuje účast na sportovních soutěžích, pořádá pro své členy navigační soutěže apod.

3. Pravidla soutěže

Pravidla soutěže jsou pro všechny účastníky závazná a v případě jejích porušení bude pilot penalizován nebo ze soutěže vyloučen.

3.1. Letadla

Soutěže se může soutěžící zúčastnit s letounem podle platné definice malého letounu podle předpisu L6, nebo s ultralehkým letounem podle definice Zákona o civilním letectví 49/1997 Sb. a UL 2 č. I.

Soutěžní letoun nebo ultralehký letoun musí zároveň splňovat všeobecné definice podle Sportovního řádu FAI sekce 10 a sekce GA Mezinárodní letecké federace (FAI):

TŘÍDA C: LETOUN – *aerodyn s pevným křídlem a s prostředkem pohonu.* [7]

TŘÍDA R: ULTRALEHKÉ LETADLO: *Jedno – nebo dvoumístné letadlo s určenou maximální hmotností, charakteristické velmi nízkým plošným zatížením.* [8]

- Letouny musí mít během letu platné veškeré dokumenty pro zachování letové způsobilosti.
- V letounu mohou být instalovány elektronické i setrvačnickové navigační přístroje. Během zaznamenávaného letu však nesmí být využívány. (Vyjímá kategorie letu podle navigace).
- Letoun může být také vybaven satelitním navigačním přístrojem, který během letu rovněž nesmí být využíván. (Vyjímá kategorie letu podle navigace).
- Instalovaný autopilot na palubě rovněž nesmí být během zaznamenávaného letu využíván v žádné z kategorií.
- Letoun během letu nesmí shazovat či odhazovat cizí předměty. V případě ztráty jakékoliv konstrukční části letounu je pilot povinen ukončit zaznamenávaný let, vyhodnotit technický stav letounu a zvážit nutnost přistání (ať už na jiném letišti, nebo v případě nutnosti přistání do terénu).

Dodržování výše uvedených pravidel bude namátkově kontrolováno a v případě jejích porušení, budou všechny zaznamenané lety pilota anulovány.

3.2. Soutěžící

- Pilot letící zaznamenávaný let musí být držitelem platného pilotního průkazu pro kategorii letounu, se kterým let provádí.
- Držitelem platného průkazu radiotelefonisty (v případě, že je letoun vybaven letadlovou radiostanicí)
- Držitelem odpovídajícího průkazu zdravotní způsobilosti.
- V případě zapůjčeného letounu musí pilot také splňovat podmínky provozovatele.

3.3. Zaznamenávací zařízení (logger)

Během letu na trati musí být letoun vybaven zařízením pro zaznamenávání polohy, času a výšky. Zaznamenávací zařízení typu GNSS FR (Global Navigation Satellite System Flight Recorder).



Obrázek 2 - IGC logger LX Colibri II / Zdroj: <https://www.lxnavigation.com/>

Zaznamenávací zařízení musí poskytovat soubor IGC. Soubor musí mít platný G-rekord, v opačném případě nebude let hodnocen.

IGC-APPROVED FLIGHT RECORDERS – 19 CURRENT MANUFACTURERS

s/n	Name of Manufacturer (alphabetical order)	Country	Manufacturer's web page	IGC Codes for the Firmware Manufacturer	
				3 letters	1 letter (for short version of IGC file name)
1	Aircotec Flight Instruments	Austria	www.aircotec.com	ACT	I
2	Cambridge Aero Instruments *	USA	via Gary Kammerer gary@clearnav.net	CAM	C
2	ClearNav Instruments (Nielsen Kellerman for Version 1 FR)	USA	www.clearnav.net	CNI (was NKL)	K
4	DSX Data Swan *	Switzerland	no current web site	DSX	D
5	EDIATec (uses Flarm Firmware)	Switzerland	www.ediatec.ch	FLA	G
6	EW Avionics *	UK	www.ewavionics.com	EWA	E
7	Flarm Technology GmbH	Switzerland	www.flarm.com	FLA	G
8	Garrecht Avionik GmbH	Germany	www.garrecht.com & www.air-avionics.com	GCS	A
9	IMI Gliding Equipment	Czech Republic	www.imi-gliding.com	IMI	M
10	Logstream SP z.o.o.	Poland	www.logstream.eu	LGS	Only IGC 3-letter code used
11	LXNAV d.o.o.	Slovenia	www.lxnav.com	LXV	V
12	LX Navigation	Slovenia	www.lxnavigation.com	LXN	L
13	Naviter d.o.o.	Slovenia	www.naviter.com	NAV	Only IGC 3-letter code used
14	New Technologies s.r.l.	Italy	www.ntsrl.it & http://glider.mooco.com	NTE	N
15	PressFinish Electronics GmbH	Germany	www.pressfinish.de	PFE	Only IGC 3-letter code used
16	Scheffel Automation *	Germany	www.themi.de	SCH	H
17	Streamline Digital Instruments (SDI)	Germany	www.sdi-variometer.de	SDI	S
18	Triadis Engineering GmbH	Switzerland	www.triadis.ch	TRI	T
19	Zander Segelflugrechner *	Germany	www.zander-variometer.de	ZAN	Z

Obrázek 3 - Seznam schválených výrobců. Zdroj: <https://www.fai.org/>

IGC Logger užívaný pro zaznamenání letu musí být schválen Mezinárodní leteckou federací FAI.

3.4. Všeobecná pravidla

- Mobilní telefony nesmějí být během letu využívány k zjišťování polohy ani použity jako navigační zařízení. Porušení pravidla pro užívání mobilních telefonů bude mít za následek diskvalifikaci soutěžního letu (neplatí pro kategorii letu podle navigace).

- Od nastoupení posádky do letadla, během celého letu, až po její vystoupení je velitel letounu zodpovědný za dodržování pravidel létání platných na území České republiky.
- Meteorologické podmínky musí být dodrženy podle požadovaných meteorologických podmínek vzdušného prostoru, ve kterém se zaznamenávaný let uskuteční.
- Let nesmí být v žádném případě uskutečněn za podmínek letu podle přístrojů (IFR) a to v celé době trvání letu. V případě zhoršení podmínek během letu, musí pilot soutěžní let přerušit a provést postup pro bezpečné opuštění oblasti se zhoršeným počasím nebo nouzově přistát.
- Během letu musí pilot mít dostatečný výhled z kabiny a je povinen sledovat okolní provoz a v případě potřeby se dle pravidel létání jinému provozu vyhnout.
- Posádku může tvořit jeden pilot, dva piloti nebo pilot a navigátor. Let v databázi pak bude zapsán pouze veliteli letounu, který se pro let trati registroval.
- Každý soutěžící se může pro každou trať registrovat pouze jednou.
- Soutěžní let musí být proveden do 24 hodin od registrace na danou trať. Výjimka může nastat v případě, kdy soutěžící kontaktuje osobu dohlížející na soutěž a uvede řádný důvod pro opětovnou registraci pro soutěžní trať. Může se jednat např. o náhlé zhoršení meteorologických podmínek apod.
- IGC soubor pak musí být do soutěžní databáze nahrán do doby před uzavřením soutěžního kola (časový rámec 24 hodin).
- Soutěžící nesmí zasahovat do konstrukce loggeru ani jej jakkoliv upravovat či manipulovat s daty.
- K hodnocení nesmí být nahrán IGC soubor z jakéhokoliv počítačového simulátoru, popřípadě jiné aplikace vytvářející IGC soubor.

4. Systém bodování

4.1. Režimy letu vyskytující se na trati

Ustálený přímočarý let

Za ustálený přímočarý let považujeme let, kdy se letoun za určitou časovou jednotku pohybuje ve stejné nadmořské výšce a stejným kurzem. Ani rychlost letu se během tohoto letového režimu nemění. [7]

Stoupání

Ustálené stoupání je takový režim letu, při kterém letoun plynule zvyšuje svoji výšku. [7] Letoun během ustáleného stoupání nemění svůj kurz a rychlost. Hodnota vertikální rychlosti na variometru by měla být ustálená na požadované hodnotě.

Klesání

Během ustáleného klesání letoun plynule snižuje svou výšku. Stejně jako při stoupání zůstává kurz i rychlost letu neměnná, hodnota opadání na variometru by měla být konstantní. [7]

Zatáčka

Při ustálené zatáčce nedochází ke změnám veličin jako je rychlost, vertikální rychlost a výška letu. Během ustálené zatáčky se mění pouze směr (kurz). Po dobu provádění zatáčky by měl být neměnný také náklon a násobek sil. [7]

4.2. Výšky v letectví

QNH – tlak na letišti přepočítaný na hladinu moře. Stojí-li letoun na letišti a na výškoměru je nastaven tlak QNH, ukazuje pak výškoměr nadmořskou výšku letiště. Tato výška je označována jako altitude, často se vyskytuje zkratka AMSL (Above Mean Sea Level). Toto nastavení se používá nejběžněji. [8]

QFE – tlak na daném letišti. Výškoměr, který je nastaven na tento tlak bude na letišti ukazovat výšku 0 metrů. V praxi to pak znamená, že v případě provádění letu, pilot na výškoměru vidí aktuální výšku nad letištěm. Výška je také označována jako AAL (Above

Aerodrome Level). Používá se spíše výjimečně, například při počátcích výcviku, aby pilot získal odhad výšky nad zemí nebo při akrobacii. [8]

QNE – standartní tlak 1013,25 hPa. Při nastavení tohoto tlaku bude výškoměr ukazovat letové hladiny. Letové hladiny jsou udávány ve stovkách stop, označované také jako Flight Level – zkratka FL. Tímto nastavením se zajišťuje, že všechny letouny letící ve větších výškách budou mít na výškoměru stejnou hodnotu. QNE se nastavuje při dosažení převodní výšky (v České republice je to 5000 stop). [9]

Všechny výšky vyskytující se v soutěži jsou udávány jako QNH. Soutěžící by proto měl mít výškoměr seřízený na tento tlak. Výšky jsou udávány v metrech.

4.3. Rychlosti v letectví

IAS – Indicated Air Speed – Indikovaná rychlost letu – údaj rychloměru vestavěného v letadle, opravený o přístrojovou chybu. [10]

CAS – Calibrated Air Speed – Kalibrovaná rychlost letu – údaj rychloměru vestavěného v letadle, opravený o přístrojovou a aerodynamickou chybu. [10]

EAS – Equivalent Air Speed – Ekvivalentní rychlost letu – rychlost, kterou by letělo letadlo v nulové výšce standardní atmosféry při stejném kinetickém tlaku jako při letu skutečnou rychlostí ve vzduchu o měrné hustotě v dané výšce. Je to součin skutečné rychlosti letu a odmocniny z poměru měrné hmotnosti vzduchu ve výšce letu a v nulové výšce dle MSA. Při letu v nulové výšce dle podmínek MSA se rovná skutečné rychlosti letu. [10]

TAS – True Air Speed – Skutečná rychlost letu – rychlost letadla vzhledem k nerušenému okolnímu prostředí, tj. prostředí neovlivněném přítomností letadla. [10]

TAS – True Air Speed – Skutečná rychlost letu – rychlost letadla vzhledem k nerušenému okolnímu prostředí, tj. prostředí neovlivněném přítomností letadla. [10]

GS – Ground Speed – Traťová rychlost – rychlost letadla vůči zemskému povrchu. [10]

Rychlosti v soutěži jsou uváděny jako traťové rychlosti.

4.4. Systém bodování obecně

V každém soutěžním letu budou hodnoceny tři kritéria. Dodržení výšky letu, rychlosti, směru a celkový čas na trati.

V soutěžním letu bude hodnocena celá trať jako celek. Pro hodnocení bude použit platný záznam z IGC loggeru, který bude srovnáván s předlohou trati, kterou pilot obdrží po přihlášení. Zaznamenané trajektorie budou porovnávány s předlohou a následně budou strhávány body za odchýlení od vzorové trajektorie. Stejný systém bude uplatněn také pro hodnocení dodržování stanovené výšky letu s tím rozdílem, že jako předloha bude sloužit výškový profil trati.

4.5. Body a jejich odečítání

Soutěžící bude mít pro každou jednotlivou trať přidělený počet bodů. Tyto body budou rozděleny podle hodnocených parametrů, tzn. soutěžící bude mít pro každý hodnocený parametr určitý počet bodů, ze kterého se budou v případě překročení tolerance body odečítat.

Počet bodů před zahájením letu je odvozen od počtu vteřin, které jsou pro let na konkrétní trati přiřazeny. Tzn. pokud bude pro zalétnutí trati zapotřebí 1 800 vteřin, soutěžící obdrží pro každý hodnocený parametr 1 800 bodů. (Např. 1 800 bodů pro kurz, 1 800 pro dodržení rychlosti apod.)

Za každou vteřinu mimo toleranci bude soutěžícímu odečten jeden bod.

Výsledné skóre pak bude vytvořeno součtem bodů z jednotlivých hodnocených parametrů.

Rychlostní index

Konstrukce různých letounů vyžaduje také jinou cestovní rychlost, kterou je stroj během soutěžního letu schopen letět. Aby bylo zamezeno rozdílnému penalizování, je základní soutěžní rychlost stanovena na 150 km/h.

V soutěžích proto bude na bodové skóre aplikován „rychlostní index“, který eliminuje právě rozdílné rychlosti a tím i „vyrovná“ počáteční body.

Rychlostní index se aplikuje jak na počáteční přidělený počet bodů, tak následně také na body, které budou strhávány důsledkem překročení tolerance.

Příklad:

100 kilometrová trať bude při rychlosti 150 km/h trvat 40 minut = 2 400 sekund. Tzn. že pilot, který zadal při registraci do soutěžního kola traťovou rychlost bude mít před startem 2 400 bodů.

Pokud by pilot letěl 100 kilometrovou trať rychlostí 140 km/h, let by trval 42,82 minut = 2 571 sekund. V tomto případě by pilot měl k dispozici před startem 2 571 bodů.

Po násobení rychlostním indexem pro rychlost 140 km/h (rychlostní index: 0,9335) dostaneme shodný počet počátečních bodů stejně jako kdyby byla rychlost 150 km/h.

$$2\ 571 \times 0,9335 = 2\ 400$$

Délka (km)	Rychlost	čas (m)	čas zaokr. (m)	čas(s)	čas zaokr. (s) - body	Index (4 des.m.)	Body po index.
100	140	42,86	42,90	2571,43	2571	0,9335	2400
100	141	42,55	42,60	2553,19	2553	0,9401	2400
100	142	42,25	42,30	2535,21	2535	0,9467	2400
100	143	41,96	42,00	2517,48	2517	0,9535	2400
100	144	41,67	41,70	2500,00	2500	0,9600	2400
100	145	41,38	41,40	2482,76	2483	0,9666	2400
100	146	41,10	41,10	2465,75	2466	0,9732	2400
100	147	40,82	40,80	2448,98	2449	0,9800	2400
100	148	40,54	40,50	2432,43	2432	0,9868	2400
100	149	40,27	40,30	2416,11	2416	0,9934	2400
100	150	40,00	40,00	2400,00	2400	1,0000	2400
100	151	39,74	39,70	2384,11	2384	1,0067	2400
100	152	39,47	39,50	2368,42	2368	1,0135	2400
100	153	39,22	39,20	2352,94	2353	1,0200	2400
100	154	38,96	39,00	2337,66	2338	1,0265	2400
100	155	38,71	38,70	2322,58	2323	1,0331	2400
100	156	38,46	38,50	2307,69	2308	1,0399	2400
100	157	38,22	38,20	2292,99	2293	1,0467	2400
100	158	37,97	38,00	2278,48	2278	1,0536	2400
100	159	37,74	37,70	2264,15	2264	1,0601	2400
100	160	37,50	37,50	2250,00	2250	1,0667	2400

Obrázek 4 - Tabulka rychlostních indexů pro rychlost 140 až 160 km/h

Tolerance pro hodnocené parametry

Aby se předešlo zkreslení hodnocení díky vnějším vlivům, jako je například turbulence či nepřesnosti přístrojů, je pro každý hodnocený parametr stanovená tolerance. Pokud pilot této tolerance dosáhne, nebudou mu strhávány body.

Kurz – aby soutěžící letící v kategorii letu podle mapy, nebyl penalizován za nedodržení kurzu, musí letoun udržovat ve vzdálenosti 0 až 500 metrů od středu naplánované trajektorie.

V případě letu v kategorii podle GPS je odchylka od trati 0 až 50 metrů. Odchylka se vztahuje na obě strany, jak vpravo, tak i vlevo.

Výška – prostor, kdy není soutěžící penalizován za nedodržení výšky je stanoven pro obě kategorie stejně. Letoun se musí udržet ve výškové vzdálenosti 0 až 10 metrů od výškové trajektorie.

4.6. Hodnocené parametry

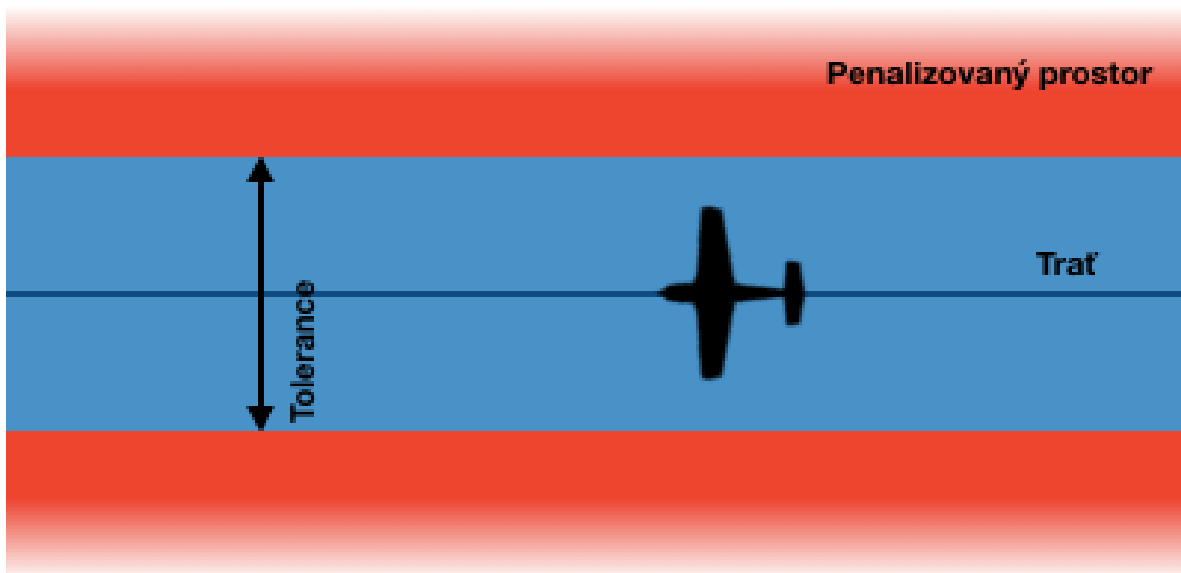
Kurz

Kurz bude hodnocen dle odchylky trajektorie zaznamenaného letu od trajektorie předlohy. Kritériem bude doba, kterou stráví letoun mimo trať, tj. kdy se zaznamenávací zařízení (a s ním i letoun) bude nacházet mimo dané limity ve smyslu příčné osy letounu. Body budou odečítány z bodového celku určeného pro kurz, a to na základě času ve vteřinách, který letoun stráví mimo limity trati.

Ustálený přímočarý let – trať bude zakreslována jako přímka a limity budou pomyslné bariéry (také jako přímky), které budou ve vhodné vzdálenosti. Pokud se bude pilot držet ve vzniklém prostoru mezi oběma „bariérami“, nebudou mu strhávány žádné body. Bodování bude nezávislé na dodržení výšky a rychlosti.

Ustálené stoupání a klesání – pro hodnocení dodržování kurzu při stoupání či klesání budou použita stejná kritéria jako v případě přímočarého ustáleného letu. Ani v tomto případě nebude bodování závislé na dodržení výšky a rychlosti, popřípadě dodržení požadovaného stoupání či opadání.

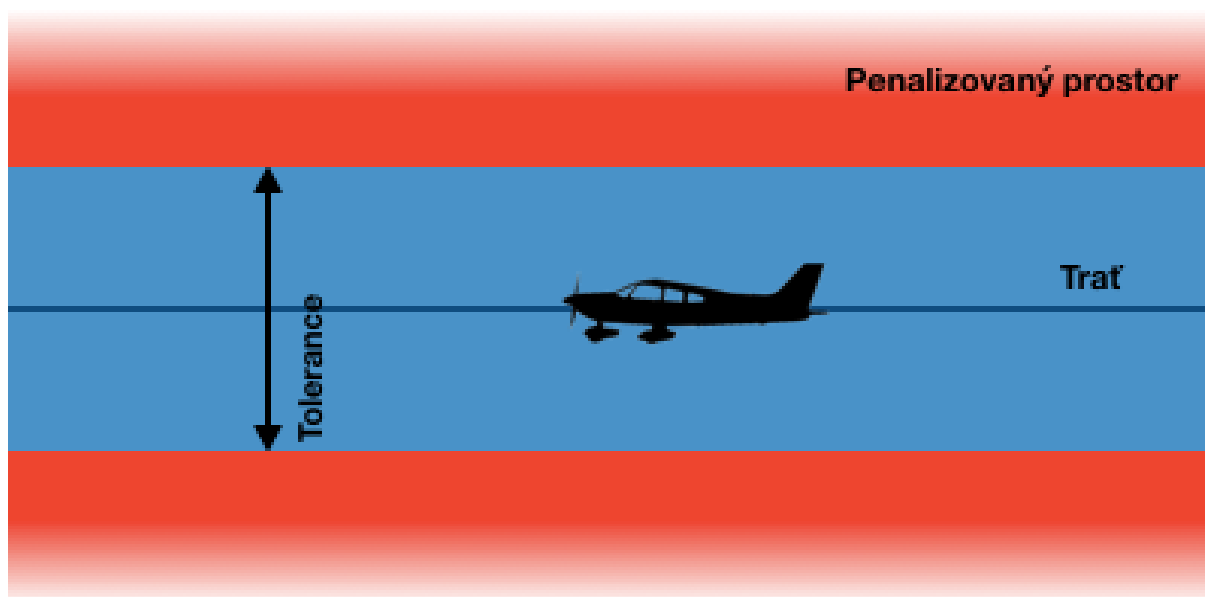
Ustálená zatáčka – tolerance pro hodnocení kurzu budou rovněž stanoveny jako směrová vzdálenost od trati. Ovšem rádius použitý pro zatáčku bude použit také pro vytvoření tolerance, při jejímž překročení budou strhávány body. Dodržení výšky a rychlosti nebude mít na hodnocení kurzu vliv.



Obrázek 5 – Grafické znázornění tolerance a penalizovaného prostoru pro kurz

Dodržení výšky letu

Dodržení zvolené výšky bude hodnoceno na základě poskytnutého záznamu z IGC loggeru. Předlohou bude výškový profil trati, který bude pilotovi poskytnut stejně jako výše zmíněná trajektorie. V případě, kdy se zaznamenávací zařízení bude nacházet mimo stanovené tolerance, budou pilotovi odečítány body z bodového celku určeného pro výšku letu.



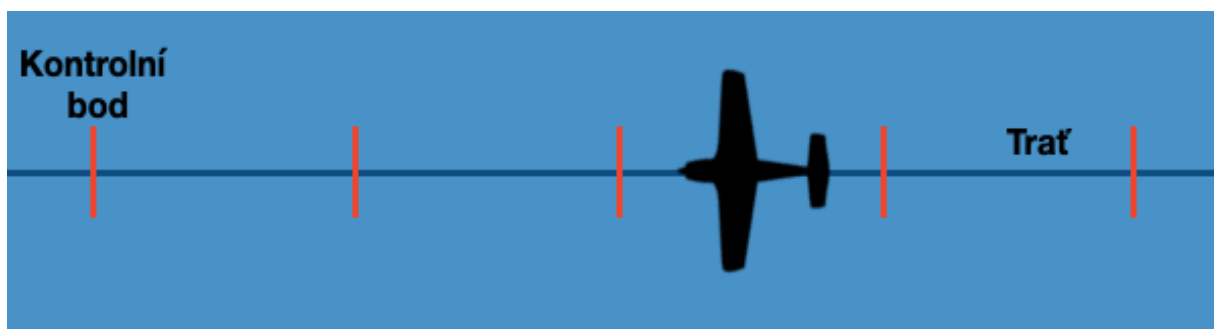
Obrázek 6 – Grafické znázornění tolerance a penalizovaného prostoru pro kurz

Dodržení rychlosti a času

Pilot bude během letu prolétávat kontrolními body, při jejichž průletu bude porovnáván skutečný čas průletu a plánovaný čas průletu (plánovaný čas je stanoven z rychlosti, kterou si pilot zvolil a vzdálenosti kontrolního bodu). V případě pozdního nebo brzkého přiletu budou pilotovi strhávány body za každou sekundu. Díky tomuto měření času v kontrolních bodech bude soutěžící nucen dodržovat rychlost, kterou si v předletové přípravě stanovil.

Toto hodnocení bude aplikováno pro všechno druhy letů, tzn. pro ustálený přímočarý let, ustálené stoupání a klesání, ustálená zatáčka. Výška a kurz nebudou mít vliv na hodnocení rychlosti.

Pilot by měl volit rychlost letu tak, aby byl schopen dodržet požadované stoupání či klesání.



Obrázek 7 – Grafické znázornění kontrolních bodů pro měření času a rychlosti

Délka trati: 100 km, Parametr: Kurz, Rychlost: 140 km/h, Počáteční počet bodů: $2571 \cdot (0,9335) = 2400$								
Čas na trati (s)	Základní rychlost	Naplánovaná rychlost	Počáteční počet bodů	Rychlostní index	Čas mimo toleranci(s)	Odečtené body (základní)	Body s indexem	Body konečné
0	150	140	2400	0,9335	0	0	0	2400
1	150	140	2400	0,9335	0	0	0	2400
2	150	140	2400	0,9335	0	0	0	2400
3	150	140	2400	0,9335	0	0	0	2400
4	150	140	2400	0,9335	0	0	0	2400
5	150	140	2400	0,9335	0	0	0	2400
6	150	140	2400	0,9335	1	1	0,9335	2399,0665
7	150	140	2399,0665	0,9335	1	1	0,9335	2398,133
8	150	140	2398,133	0,9335	1	1	0,9335	2397,1995
9	150	140	2397,1995	0,9335	1	1	0,9335	2396,266
10	150	140	2396,266	0,9335	1	1	0,9335	2395,3325
...
2564	150	140	1003,484	0,9335	1	1	0,9335	1002,5505
2565	150	140	1002,5505	0,9335	1	1	0,9335	1001,617
2566	150	140	1001,617	0,9335	1	1	0,9335	1000,6835
2567	150	140	1000,6835	0,9335	0	0	0	1000,6835
2568	150	140	1000,6835	0,9335	0	0	0	1000,6835
2569	150	140	1000,6835	0,9335	0	0	0	1000,6835
2570	150	140	1000,6835	0,9335	0	0	0	1000,6835
2571	150	140	1000,6835	0,9335	0	0	0	1000,6835
Celkem	-	-	-	-	1499	1499	1399,3165	1000,6835
Celkový počet bodů soutěžícího za parametr kurz: 1000,6835, čas mimo toleranci: 1499 s (1399,3165 bodů)								

Obrázek 8 – Příklad výpočtu bodového hodnocení pro kurz

5. Návrh soutěžních tratí

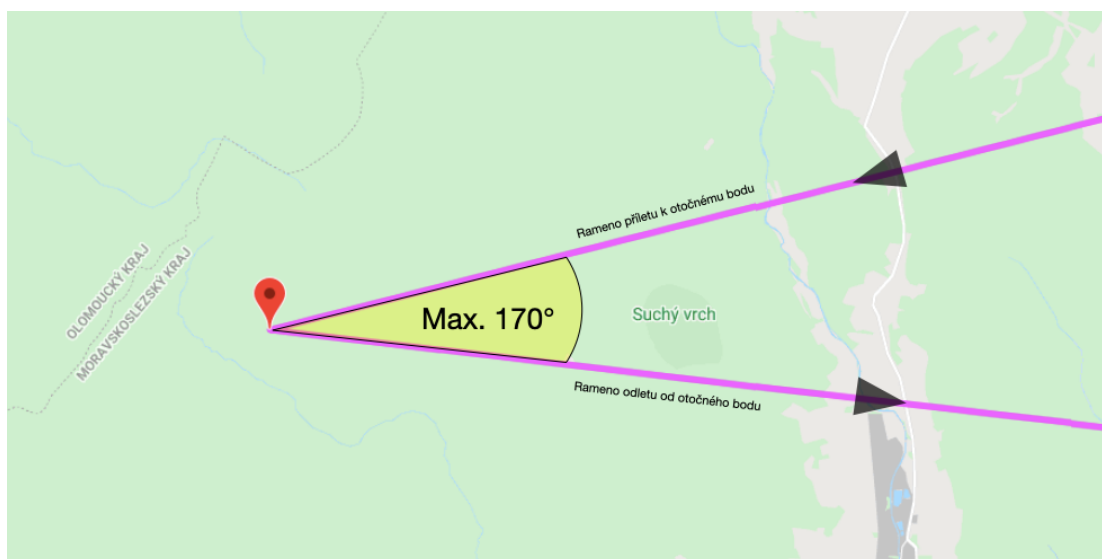
Každá soutěžní trať by měla být navržena tak, aby prověřila schopnosti soutěžících v oblasti srovnávací navigace v případě kategorie letu podle mapy a dovednosti v ovládání avioniky a navigačních přístrojů v případě kategorie letu podle navigace.

Trať by měla prověřit také úroveň ovládání letounu ve více letových režimech, schopnost současně řídit letoun a provádět navigaci a v případě letu více osob také součinnost posádky.

Ukázkové tratě v této bakalářské práci jsou vytvářeny za pomoci webové stránky www.airquest.cz, podklad pro výškový profil je rovněž z této webové stránky, ovšem samotná trajektorie výškového profilu letu je vytvořena dodatečně.

5.1. Podmínky pro konstrukci tratě

- Tratě by měly být konstruovány tak, aby čas potřebný pro zalétnutí nepřesahoval (při rychlosti 150 km/h) 90 minut.
- Kontrolní body pro rychlost a čas by měly být stanoveny po 10 kilometrech.
- Stoupání a klesání na trati je stanoveno gradientem 6°, není-li v detailech příslušné tratě dáno jinak.
- Nejvzdálenější bod tratě by se neměl nacházet ve větší vzdálenosti od místa vzletu než v okruhu o poloměru 100 km.
- Místo přistání musí být totožné jako místo vzletu.
- Stoupání a zatáčky nesmějí být umístěny v prostoru letištní provozní zóny (ATZ) místa vzletu a přistání.
- Bodem je vždy označen začátek stoupání, začátek klesání nebo otočný bod.
- Stoupání a klesání by nemělo přesáhnout rozdíl výšky více než 400 metrů.
- Na trati musí být vždy stanoveno jako první stoupání a až poté klesání.
- Při tvorbě trati by měla být zohledněna členitost terénu tak, aby bylo možné jako startovní a cílové letiště trati zvolit většinu letišť České republiky.
- V případě klesání nesmí být vertikální rychlost a doba klesání stanovená tak, aby soutěžící dosáhl menší nadmořské letové výšky, než jakou si stanovil pro let na trati.
- Dvě ramena trati nesmí v otočném bodě svírat úhel větší než 170°, tzn. rozdíl kurzu ramena příletu k otočnému bodu a ramena odletu od otočeného bodu nesmí být větší než 170°.



Obrázek 9 – Znáznornění maximálního úhlu v otočném bodě

6. Navigace na trati

Soutěžící si dle kategorie může vybrat ze dvou způsobů navigace, srovnávací navigace podle mapy nebo navigace pomocí navigačního přístroje GPS. V obou případech není dáno, jak má pilot postupovat v zaznačení trati do mapy nebo do navigace, avšak níže je uveden doporučený způsob pro zakreslení do mapy (v případě navigace podle GPS není možné doporučit způsob vzhledem k velkým rozdílům mezi jednotlivými zařízeními).

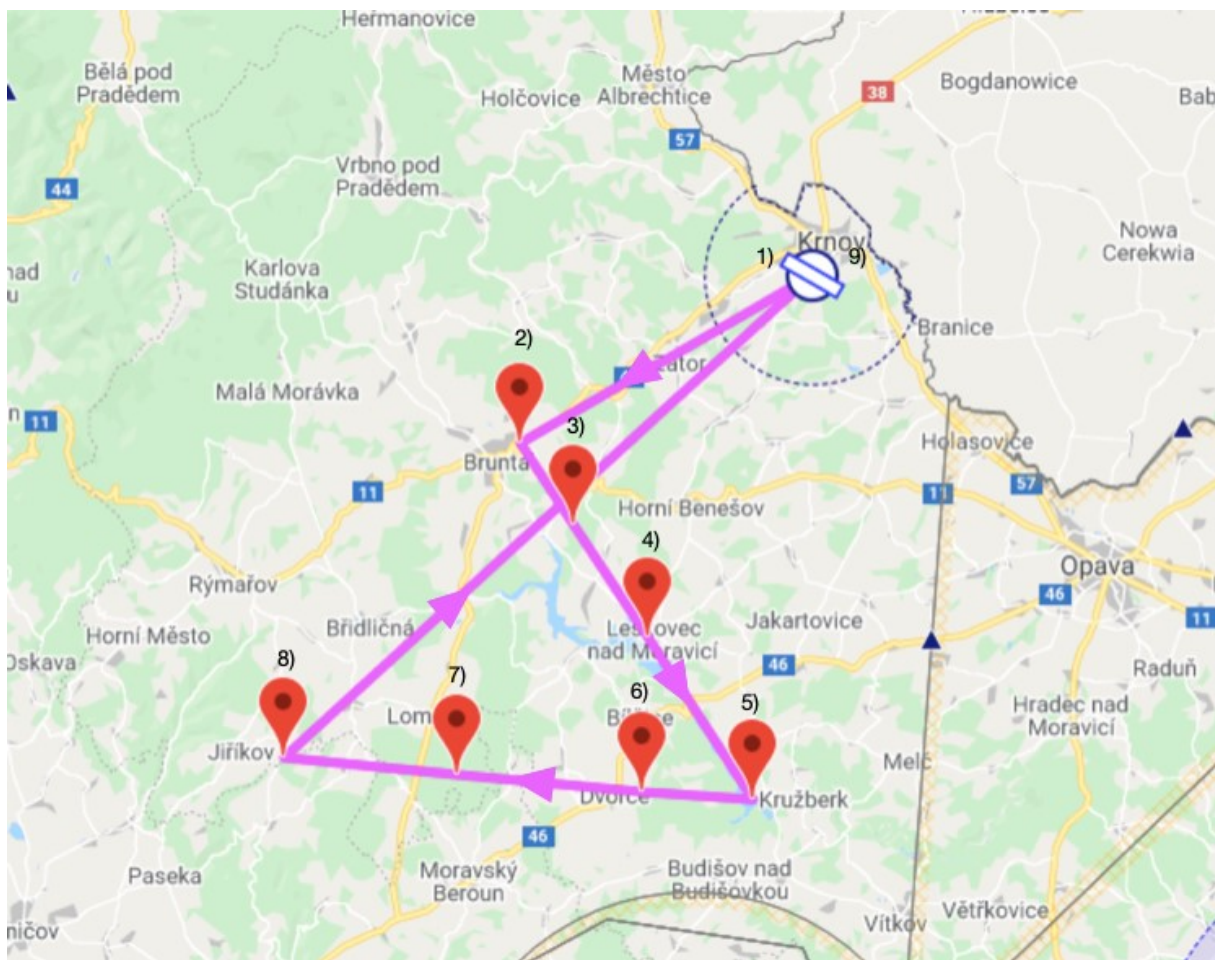
V případě srovnávací navigace bude pilot postupovat tak, že obdrženou trať zanesou do své mapy (může použít libovolné měřítko). Trať si na mapě naplotuje po 10 kilometrech tak, aby měl přehled, kde se nachází kontrolní body pro rychlost a čas. Do mapy dále zapíše kurz, popř. vzdálenost a čas do dalšího bodu.

7. Ukázkové tratě

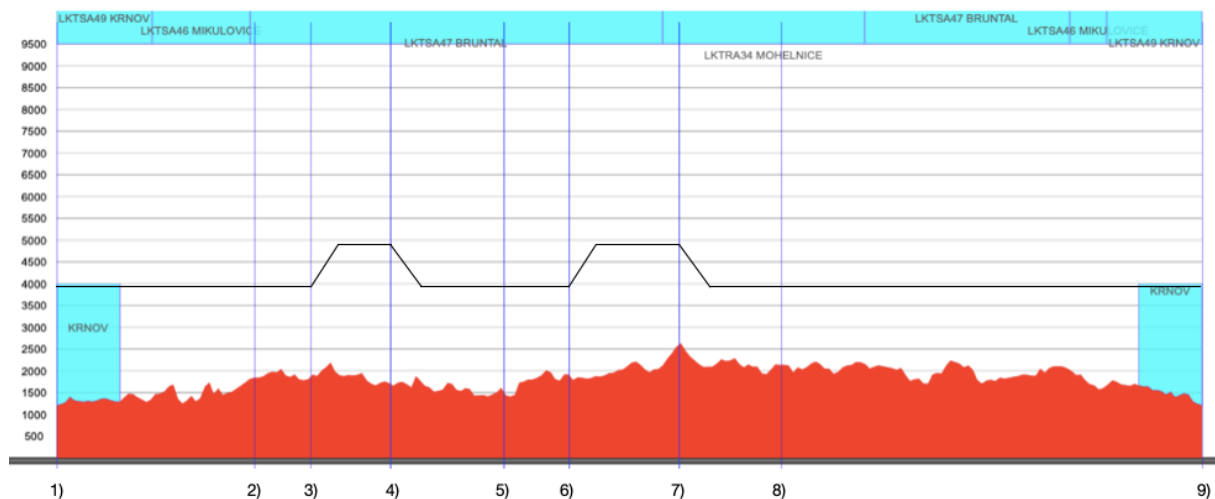
7.1. Ukázková trať č. 1

Pro ukázkou byla vytvořena trať o délce 100 kilometrů a při rychlosti 150 km/h délka letu zabere 40 minut. Disponuje třemi otočnými body a na trati jsou dvě stoupání a dvě klesání. První stoupání a klesání je po prvním otočném bodě na druhém rameni a další stoupání a klesání je po druhém otočném bodě na třetím rameni. Výška pro let byla zvolena 1 200 metrů (3 937 stop).

Jako ukázkové místo vzletu bylo zvoleno veřejné vnitrostátní letiště Krnov. V prostoru trati se nachází středně kopcovitý terén.



Obrázek 10 – Ukázková trať č. 1 vytvořená pomocí programu AirQuestNG



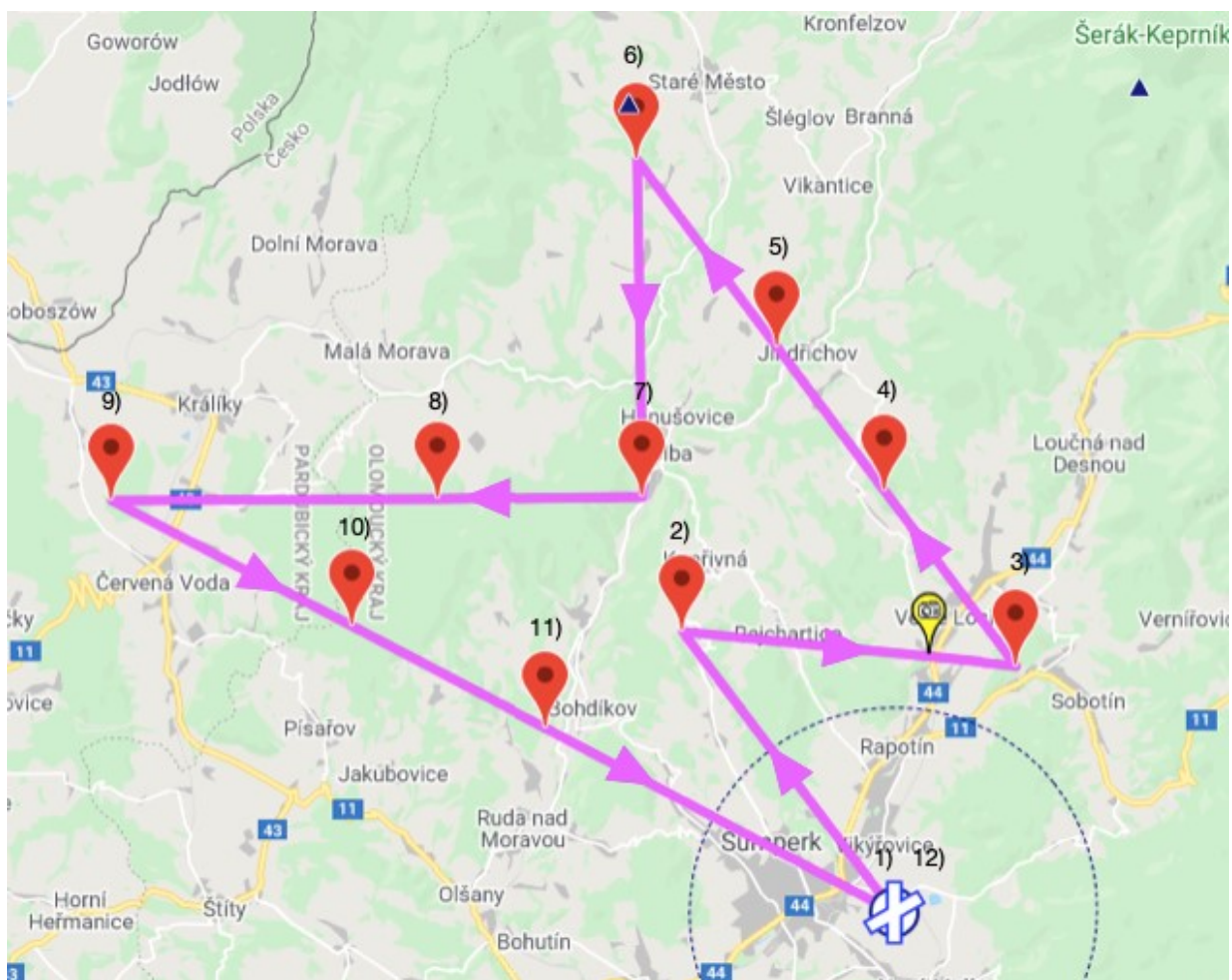
Obrázek 11 – Výškový profil ukázkové tratě č. 1

Podrobný popis ukázkové tratě č. 1

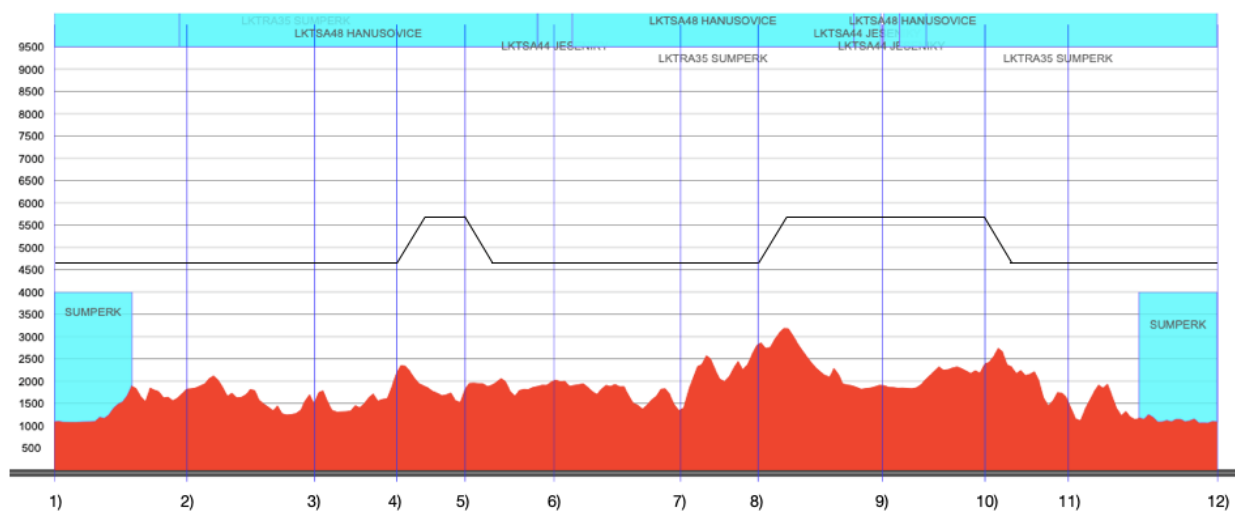
1. Místo vzletu (startovací páska) – veřejné vnitrostátní letiště Krnov (LKKR), popis: soutěžící provede start, popř. obrazec pro protnutí startovací pásky v dané výšce a pokračuje stanoveným kurzem k prvnímu otočnému bodu.
2. Otočný bod – Vzdálenost: 17 km, kurz: 240°, popis: soutěžící provede ustálenou levotočivou zatáčku do stanoveného kurzu k dalšímu bodu (147°).
3. Počátek stoupání – Vzdálenost 5 km, kurz: 147°, popis: soutěžící začne se stoupáním s gradientem 6 % až do výšky 1 500 metrů (4 921 stop). V této výšce setrvá až k dalšímu bodu.
4. Počátek klesání – Vzdálenost: 7 km, kurz: 147°, popis: soutěžící začne provádět sestup s gradientem 6 % do výšky 1 200 m (3 937 stop).
5. Otočný bod – Vzdálenost: 10 km, kurz: 147°, popis: soutěžící provede ustálenou pravotočivou zatáčku do stanoveného kurzu k dalšímu bodu (257°).
6. Počátek stoupání – Vzdálenost: 6 km, kurz: 257°, popis: soutěžící začne se stoupáním s gradientem 6 % až do výšky 1 500 metrů (4 921 stop). V této výšce setrvá až k dalšímu bodu.
7. Počátek klesání – Vzdálenost: 10 km, kurz: 275°, popis: soutěžící začne provádět sestup s gradientem 6 % do výšky 1 200 m (3 937 stop).
8. Otočný bod – Vzdálenost: 9 km, kurz: 275°, popis: soutěžící provede ustálenou pravotočivou zatáčku do stanoveného kurzu k dalšímu bodu (047°).
9. Místo přistání (cílová páska) – veřejné vnitrostátní letiště Krnov (LKKR), vzdálenost: 37 km, kurz: 47°, popis: soutěžící protne cílovou pásku nad letištěm, poté provede přiblížení a přistání.

7.2. Ukázková trať č. 2

Jako druhá ukázka byla zkonstruována trať o délce 83 km, která při rychlosti 150 km/h zabere 33 minut letu. Na trati je vytvořeno pět otočných bodů, dvě stoupání a tři klesání. První stoupání a klesání na třetím rameni trasy, další stoupání se nachází na pátém rameni a poslední dvě klesání se nachází na šestém rameni, je to přibližně sedm kilometrů od sebe. Pro ukázkou bylo zvoleno veřejné vnitrostátní letiště Šumperk, v jehož okolí se nachází hornatý terén. Výška byla zvolena 1 400 metrů (4 593 stop).



Obrázek 12 – Ukázková trať č. 2 vytvořená pomocí programu AirQuestNG



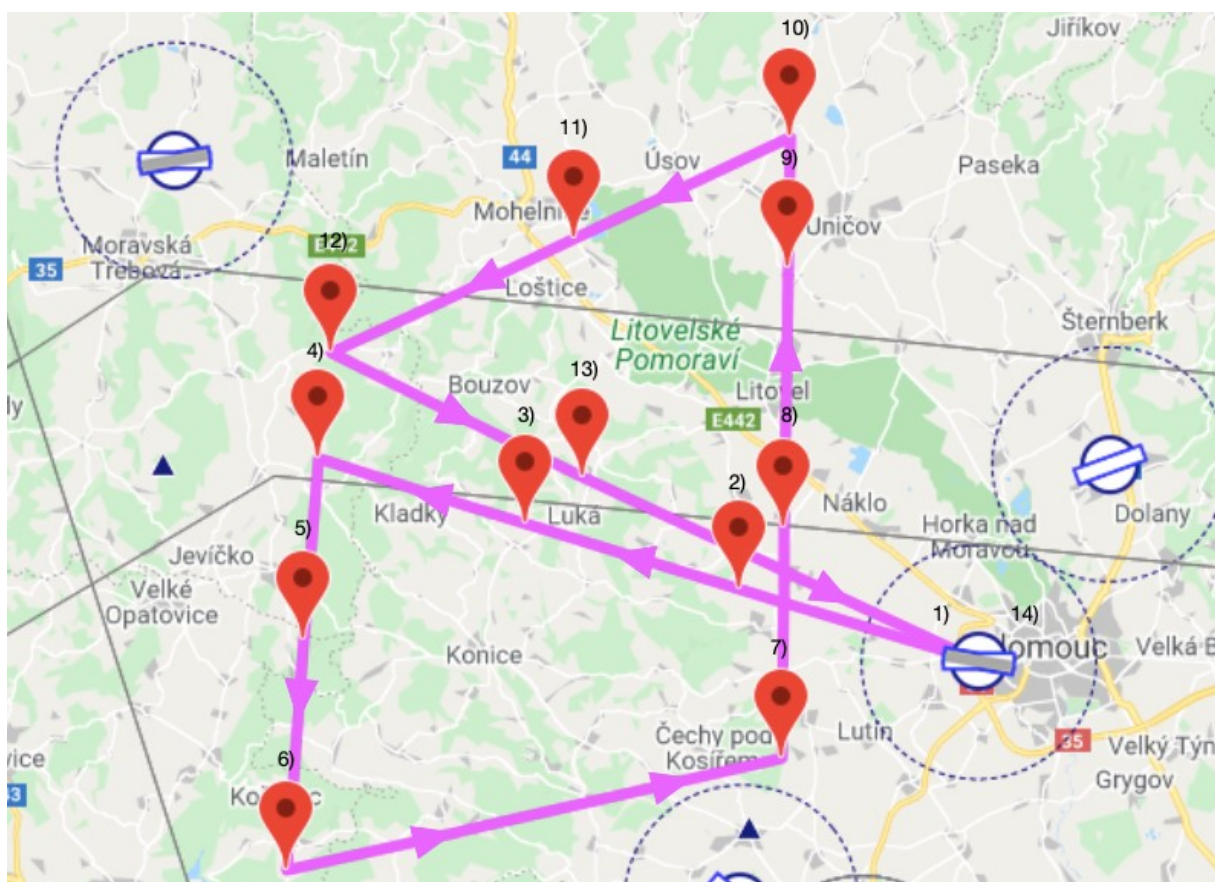
Obrázek 13 – Výškový profil ukázkové tratě č. 2

Podrobný popis ukázkové tratě č. 2

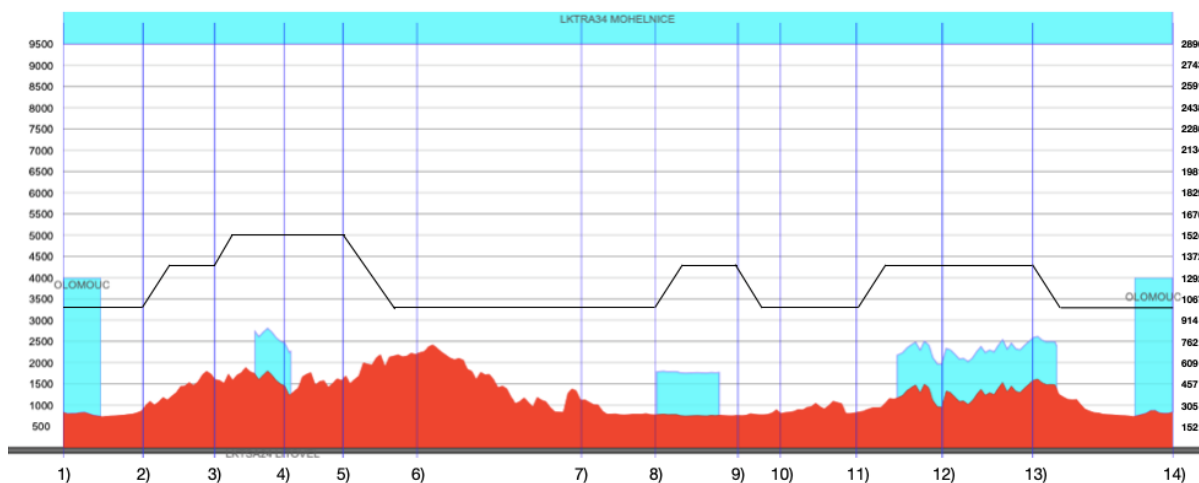
1. Místo vzletu (startovací páska) – veřejné vnitrostátní letiště Šumperk (LKSU) popis: soutěžící provede start, popř. obrazec pro protnutí startovací pásky v dané výšce a pokračuje stanoveným kurzem k prvnímu otočnému bodu.
2. Otočný bod – Vzdálenost: 9 km, kurz: 323°, popis: soutěžící provede ustálenou pravotočivou zatáčku do stanoveného kurzu k dalšímu bodu (96°).
3. Otočný bod – Vzdálenost: 9 km, kurz: 96°, popis: soutěžící provede ustálenou levotočivou zatáčku do stanoveného kurzu k dalšímu bodu (323°).
4. Počátek stoupání – Vzdálenost 6 km, kurz: 323°, popis: soutěžící začne se stoupáním s gradientem 6 % až do výšky 1 700 metrů (5 577 stop). V této výšce setrvá až k dalšímu bodu.
5. Počátek klesání – Vzdálenost: 5 km, kurz: 323°, popis: soutěžící začne provádět sestup s gradientem 6 % do výšky 1 400 m (4 593 stop).
6. Otočný bod – Vzdálenost: 6 km, kurz: 323°, popis: soutěžící provede ustálenou levotočivou zatáčku do stanoveného kurzu k dalšímu bodu (179°).
7. Otočný bod – Vzdálenost: 9 km, kurz: 179°, popis: soutěžící provede ustálenou pravotočivou zatáčku do stanoveného kurzu k dalšímu bodu (270°).
8. Počátek stoupání – Vzdálenost: 5 km, kurz: 270°, popis: soutěžící začne se stoupáním pod úhlem s gradientem 6 % až do výšky 1 700 metrů (5 577 stop). V této výšce setrvá až k dalšímu bodu.
9. Otočný bod – Vzdálenost: 9 km, kurz: 270°, popis: soutěžící provede ustálenou levotočivou zatáčku do stanoveného kurzu k dalšímu bodu (118°).
10. Počátek klesání – Vzdálenost: 7 km, kurz: 118°, popis: soutěžící začne provádět sestup s gradientem 6 % do výšky 1 500 m (4 921 stop).
11. Počátek klesání – Vzdálenost: 6 km, kurz: 118°, popis: soutěžící začne provádět sestup s gradientem 6 % do výšky 1 400 m (4 593 stop).
12. Místo přistání (cílová páska) – veřejné vnitrostátní letiště Šumperk (LKSU), vzdálenost: 11 km, kurz: 118°, popis: soutěžící protne cílovou pásku nad letištěm, poté provede přiblížení a přistání.

7.3. Ukázková trať č. 3

Třetí ukázková trať má délku 162 kilometrů a při rychlosti 150 km/h bude trvat let 65 minut. Na trati se nachází pět otočných bodů, čtyři stoupání a tři klesání. První dvě stoupání jsou hned na prvním rameni trati. První klesání je na druhém rameni. Třetí stoupání a druhé klesání je vytvořeno na čtvrtém rameni. Poslední čtvrté stoupání je na pátém rameni a třetí klesání je na posledním rameni před letištěm přistání. Jako letiště vzletu a přistání je zvoleno letiště Olomouc kvůli svému umístění nedaleko většího města a blízkosti CHKO Litovelské Pomoraví, což představuje výškové omezení. Minimální výška pro let nad CHKO je 1000 stop AGL (cca 305 metrů). Výška letu bude 1 000 metrů (3 280 stop).



Obrázek 14 – Ukázková trať č. 3 vytvořená pomocí programu AirQuestNG



Obrázek 15 – Výškový profil ukázkové tratě č. 3

Podrobný popis ukázkové tratě č. 3

1. Místo vzletu (startovací páska) – veřejné vnitrostátní letiště Olomouc (LKOL popis: soutěžící provede start, popř. obrazec pro protnutí startovací pásky v dané výšce a pokračuje stanoveným kurzem k prvnímu stoupání.
2. Počátek stoupání – Vzdálenost: 12 km, kurz: 287°, popis: soutěžící začne se stoupáním s gradientem 6 % až do výšky 1 300 metrů (4 265 stop). V této výšce setrvá až k dalšímu bodu.
3. Počátek stoupání – Vzdálenost 10 km, kurz: 287°, popis: soutěžící začne se stoupáním s gradientem 6 % až do výšky 1 500 metrů (4 921 stop). V této výšce setrvá až k dalšímu bodu.
4. Otočný bod – Vzdálenost: 10 km, kurz: 287°, popis: soutěžící provede ustálenou levotočivou zatáčku do stanoveného kurzu k dalšímu bodu (185°).
5. Počátek klesání – Vzdálenost 9 km, kurz: 185°, popis: soutěžící začne provádět sestup s gradientem 6 % do výšky 1 000 metrů (3 280 stop).
6. Otočný bod – Vzdálenost: 11 km, kurz: 185°, popis: soutěžící provede ustálenou levotočivou zatáčku do stanoveného kurzu k dalšímu bodu (077°).
7. Otočný bod – Vzdálenost: 24 km, kurz: 077°, popis: soutěžící provede ustálenou levotočivou zatáčku do stanoveného kurzu k dalšímu bodu (001°).
8. Počátek stoupání – Vzdálenost 11 km, kurz: 001°, popis: soutěžící začne se stoupáním s gradientem 6 % až do výšky 1 300 metrů (4 265 stop). V této výšce setrvá až k dalšímu bodu.

9. Počátek klesání – Vzdálenost: 12 km, kurz: 001°, popis: soutěžící začne provádět sestup s gradientem 6 % do výšky 1 000 m (3 280 stop).
10. Otočný bod – Vzdálenost: 6 km, kurz: 001°, popis: soutěžící provede ustálenou levotočivou zatáčku do stanoveného kurzu k dalšímu bodu (245°).
11. Počátek stoupání – Vzdálenost 11 km, kurz: 245°, popis: soutěžící začne se stoupáním s gradientem 6 % až do výšky 1 300 metrů (4 265 stop). V této výšce setrvá až k dalšímu bodu.
12. Otočný bod – Vzdálenost: 13 km, kurz: 245°, popis: soutěžící provede ustálenou levotočivou zatáčku do stanoveného kurzu k dalšímu bodu (116°).
13. Počátek klesání – Vzdálenost: 13 km, kurz: 116°, popis: soutěžící začne provádět sestup s gradientem 6 % do výšky 1 000 m (3 280 stop).
14. Místo přistání (cílová páska) – veřejné vnitrostátní letiště Olomouc (LKOL), vzdálenost: 20 km, kurz: 116°, popis: soutěžící protne cílovou pásku nad letištěm, poté provede přiblížení a přistání.

8. Návrh online rozhraní pro realizaci soutěže

8.1. World Wide Web

World Wide Web neboli WWW je „sít“, která obsahuje všechny webové stránky, které jsou vzájemně propojené pomocí hypertextu. Je to služba na internetu zpřístupňující informace formou webových stránek. Zkráceně se také používá pouze označení web a ke stránkám na této službě je možné se dostat pomocí zadání URL adresy (např. www.vsb...) nebo pomocí hypertextu, který obsahuje tzv. odkaz (hyperlink). Pomocí něj se uživatel dostane na další webovou stránku World Wide Webu. [11]

8.2. Webová stránka

Webová stránka je soubor informací, které jsou přístupné na World Wide Webu. Informace mohou být formou textu, obrázků, animace, videa apod. Webové stránky se dělí do dvou kategorií. Jsou to dynamické stránky, které svůj obsah průběžně mění nebo doplňují a jsou nejčastěji uloženy na webových serverech. Přístup k nim je pak možný díky internetu. Další kategorií jsou statické, které zobrazují stále stejný obsah. Stránky jsou vytvořeny za pomoci dat HTML a přenos zajišťuje protokol HTTP. [11]

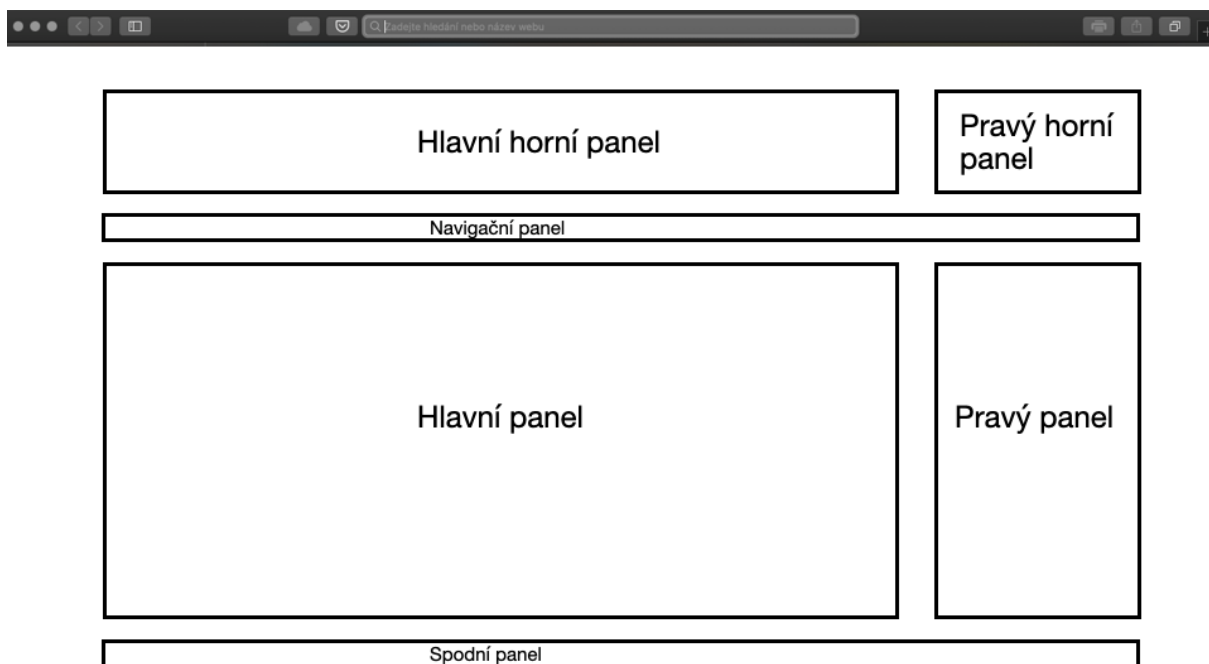
Webový prohlížeč

Webový prohlížeč slouží jako primární nástroj pro přístup k webovým stránkám. Prohlížeč, jakožto program instalovaný na disku počítače zprostředkuje uživateli přístup k obsahu webu, jehož URL adresu zadá, nebo na který jiný web odkazuje pomocí hypertextového odkazu. Renderovací jádro webového prohlížeče pak v grafickém rozhraní (okno prohlížeče) ze zpracovaných dat HTML vykreslí webovou stránku. Ke správnému chodu webové stránky přispívá také běhové prostředí, které zajišťuje vedlejší činnosti. Může jimi být například změna grafiky tlačítka, nebo pozadí na základě činnosti uživatele.

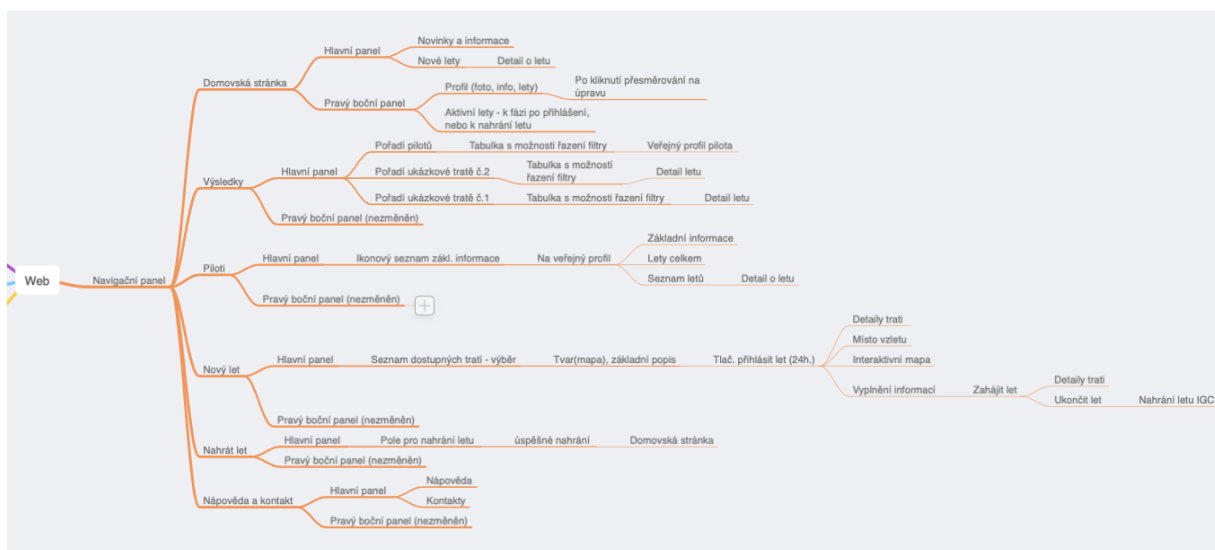
Rozdělujeme dvě základní kategorie. Grafické prohlížeče, které umožňují načtení obrázků, animace, videa atd. Mezi ně patří námi nejpoužívanější prohlížeče jako je Google Chrome, Safari, Internet Explorer apod. Druhou kategorií tvoří textové prohlížeče. Ty zobrazují stránku jako prostý text a mezi ně patří zřídka používané prohlížeče jako Lynx, w3m, nebo Elinks. [12]

8.3. Webová stránka online soutěže

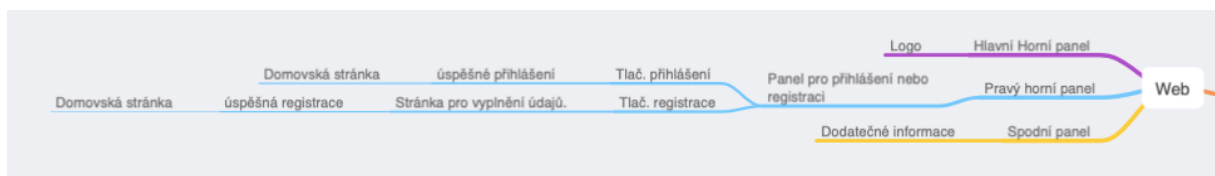
Soutěž bude mít svou webovou stránku, díky které bude možné ji realizovat. Stránka soutěže by měla být dynamická a vytvořená vhodně pro všechny běžně používané internetové prohlížeče. Bezproblémové fungování by mělo být zajištěno také na mobilních zařízeních, a to pro oznamování soutěžícího o svém startu nebo přistání.



Obrázek 16 – Rozložení webové stránky



Obrázek 17 – Mapa webové stránky vytvořená pomocí programu MindNode



Obrázek 18 – Mapa webové stránky vytvořená pomocí programu MindNode

9. Grafické rozvržení webové stránky soutěže

9.1. Hlavní panel

Hlavní panel bude sloužit jako primární oblast pro zobrazování informací a pro práci s nimi. Obsah na tomto panelu se bude měnit v závislosti na akci uživatele, především skrze navigační panel. Z důvodu přehlednosti bude obsah rozdělen do bloků. Například pro domovskou stránku (home page) bude hlavní panel rozdělen do dvou bloků – Novinky a informace, Nové lety. Bloky budou od sebe odděleny vhodným grafickým řešením (např. mezery, oddělení čarou apod.).

Akce provedené uživatelem na hlavním panelu mohou ovlivnit obsah zobrazený na pravém panelu. Jedná se především o úpravy uživatelského profilu, nebo akce v záložce „nový let“ a „nahrát let“.

9.2. Pravý panel

V pravém panelu bude zobrazen jednoduchý profil soutěžícího pilota. Bude zde zobrazena fotografie (pokud jí soutěžící poskytne), jméno a příjmení, aeroklub nebo domovské letiště a seznam létaných letounů (jejich registrace). Dále budou v tomto panelu informace o tom, jak si pilot vede v celkovém pořadí soutěžících, v jednotlivých kolech a odkaz na soutěžní kolo, ve kterém je pilot aktuálně přihlášen.

V případě celkového pořadí soutěžících bude kromě aktuálního místa v žebříčku zobrazené celkové bodové hodnocení a počet soutěžních kol, které soutěžící absolvoval lomeno počet aktuálně dostupných kol. K jednotlivým kolům bude uvedeno pouze pořadí a bodové hodnocení.

Pokud bude soutěžící přihlášen do jakéhokoliv soutěžního kola, bude odkaz na podrobné informace k tomuto soutěžnímu kolu rovněž v pravém panelu.

Akce prováděné na hlavním panelu mohou mít vliv na zobrazení také v tomto panelu. To stejné platí také opačně (tzn. akce v tomto panelu budou mít vliv na zobrazované informace na hlavním panelu). Ke kompletní správě uživatelského profilu se bude moci uživatel dostat pouze přes tlačítko umístěné na příhodném místě v tomto panelu.

9.3. Hlavní horní panel

Hlavní horní panel bude plnit funkci pouze jako prostor pro grafické logo soutěže a případně stručný popis nebo slogan. Tato část webu bude v závislosti na akcích uživatele neměnná. Možné změny tohoto panelu jsou v případě, kdy součástí stručného popisu nebo sloganu jsou data shromážděna během soutěže (např. množství soutěžních letů apod.)

9.4. Pravý horní panel

V pravém horním panelu bude možné se přihlásit, nebo skrze interaktivní tlačítko se dostat k registraci.

Přihlášení – soutěžící, který již má vytvořený účet, se zadáním emailové adresy a hesla dokáže přihlásit na web soutěže.

Registrace – kliknutím na tlačítko „registrovat“ se zájemce dostane na stránku, kde bude vystaven formulář, který bude muset pro úspěšnou registraci vyplnit. V tomto formuláři budou požadovány pouze základní informace jako například:

- Jméno
- Příjmení
- Datum narození
- Domovské letiště
- Email
- Heslo

9.5. Spodní panel

Spodní panel bude sloužit k zobrazování dodatečných informací jako jsou autorská práva apod. Může zde být umístěna také mapa webu nebo kontakty na osoby zodpovídající za soutěž.

9.6. Navigační panel

Pomocí navigačního panelu se uživatel dostane k jednotlivým stránkám na webu.¹ Panel bude pravděpodobně obsahovat šest interaktivních tlačítek, které budou fungovat jako přímý odkaz na popsanou část webu.

¹celá struktura webových stránek je zakreslena na obrázku 17 a 18.

10. Struktura webové stránky

Struktura webové stránky je tvořená tak, aby byla pro uživatele co nejpřehlednější. Mapa webu je zkonstruována tak, aby se bylo možné v ní lehce orientovat a poskytla co nejjednodušší cestu k požadovaným informacím.

10.1. Domovská stránka (home page)

Domovská stránka se vždy zobrazí jako první po načtení stránky soutěže. V hlavním panelu budou ve dvou blocích uvedeny novinky a důležité informace, seznam nově nahraných letů.

Novinky a informace – V tomto bloku budou uváděny všechny podstatné informace týkající se soutěže, jako jsou například změny v pravidlech, aktualizace webu apod. Mohou zde být také

uvedené informace týkající se vzdušného prostoru ČR, změny legislativy, či jiné důležité informace, jakkoliv se týkající soutěže, nebo sportovního létání na území ČR.

Nové lety – v tomto bloku bude vypsán seznam letů nahraných za stanovené časové období (den, týden, nebo měsíc). Seznam bude seřazen podle data nahrání a ke každému letu bude uvedený datum, pilot, číslo tratě (např. ukázková trať č.1), bodové hodnocení a pořadí. Po „rozkliknutí” se zobrazí stránka s detailními informacemi o nahraném letu. V případě velkého počtu nahraných letů bude pravděpodobně vhodné zobrazení pouze určitého počtu letů (např. 20)

10.2. Výsledky

Pořadí pilotů – v této záložce bude zobrazena tabulka s celkovými výsledky pilotů. Celkový výsledek bude součet bodového hodnocení všech tratí, které soutěžící pilot dosud absolvoval, řazen sestupně. V tabulce bude pouze pořadí, jméno a příjmení pilota, počet tratí, které soutěžící odletěl lomeno celkový počet tratí, které jsou k dispozici (např. 4/5) a počet bodů, kterých soutěžící celkem dosáhl.

Tuto tabulku bude možné řadit podle pořadí (vzestupně, sestupně) a podle počtu absolvovaných tratí (vzestupně, sestupně). Při řazení podle počtu absolvovaných tratí se při vzestupném řazení na prvním místě zobrazí soutěžící s nejmenším počtem absolvovaných tratí. V případě více soutěžících se stejným počtem odletěných tratí, bude druhým hodnotícím kritériem pořadí (sestupně).

Po rozkliknutí se zobrazí veřejný profil pilota.

Hodnocení jednotlivých kol – v této záložce bude na hlavním panelu zobrazená tabulka doposud nahraných letů do konkrétní zvolené trati (např. výsledky pro ukázkovou trať č. 1). Jako výchozí kritérium bude zvoleno pořadí závisící na bodovém hodnocení. Jako další kritérium bude možné zvolit řazení podle data nahrání letu (vzestupně, sestupně). Ke každému letu bude v řádku zobrazeno pořadí, jméno a příjmení pilota a body, které na dané trati obdržel. Po „rozkliknutí“ konkrétního letu, se zobrazí stránka s detaily ohledně daného letu.

Detail letu

Po kliknutí na konkrétní let v tabulce s výsledky se uživatel dostane na stránku „detail letu“. Na této stránce budou především grafickou formou zobrazeny podstatné informace o letu. Na

mapě bude zobrazena plánovaná trajektorie a skutečná trajektorie (aby soutěžící mohl porovnat, ve kterých úsecích udělal navigační chybu, nekompensoval snos větru apod.). Dále bude pod mapou zakreslen plánovaný výškový profil a skutečný průběh výšky letu (opět pro porovnání, kdy se soutěžící odchýlil od plánované výšky). Posledním graficky znázorněným údajem bude rychlost. Ta bude znázorněná pomocí dvou křivek zakreslených v grafu, kdy osa x bude reprezentovat čas a osa y pak rychlost. Jedna z křivek bude uvádět plánovanou rychlost, druhá pak skutečnou.

10.3. Piloti

V této záložce budou zobrazeny ikony se základními informacemi o pilotovi. V každé ikoně bude fotografie (v případě, že ji soutěžící nahrál), jméno a příjmení, domovský aeroklub nebo letiště, pořadí, celkový dosažený počet bodů a počet odletěných tratí lomeno počet dostupných tratí. Ikonový seznam bude řazen abecedně a na příhodném místě v záložce piloti bude umístěno pole pro vyhledávání. Vepsáním jména, příjmení, domovského letiště nebo pořadím, bude možné vyhledat profil soutěžícího, který vyhovuje vyhledávaným kritériím.

Po rozkliknutí se zobrazí veřejný profil soutěžícího.

Správa profilu soutěžícího

Každý registrovaný soutěžící má svůj profil tvořený ním poskytnutými informacemi. Tyto informace bude možné spravovat v nastavení profilu. Profil soutěžícího bude obsahovat:

- Fotografii (pokud ji uživatel poskytne)
- Základní informace o soutěžícím – informace, které poskytnul při registraci
- Doplnující informace – soutěžící si sám určí, co budou tyto informace obsahovat (např. létané typy, kvalifikace apod.)
- Statistiky o soutěžních letech – seznam všech uskutečněných letů, které soutěžící absolvoval a detaily k nim. Seznam letu bude zobrazen stejně jako v případě hodnocení jednotlivých kol v záložce „výsledky“.

10.4. Nový let

Záložka nový let bude klíčová pro výběr a zapojení se do soutěžní tratě. V hlavním panelu bude vypsán seznam dostupných tratí se základními informacemi. Tyto základní informace jsou zobrazeny pro povědomí soutěžícího o náročnosti trati, přibližnému času potřebnému k jejímu

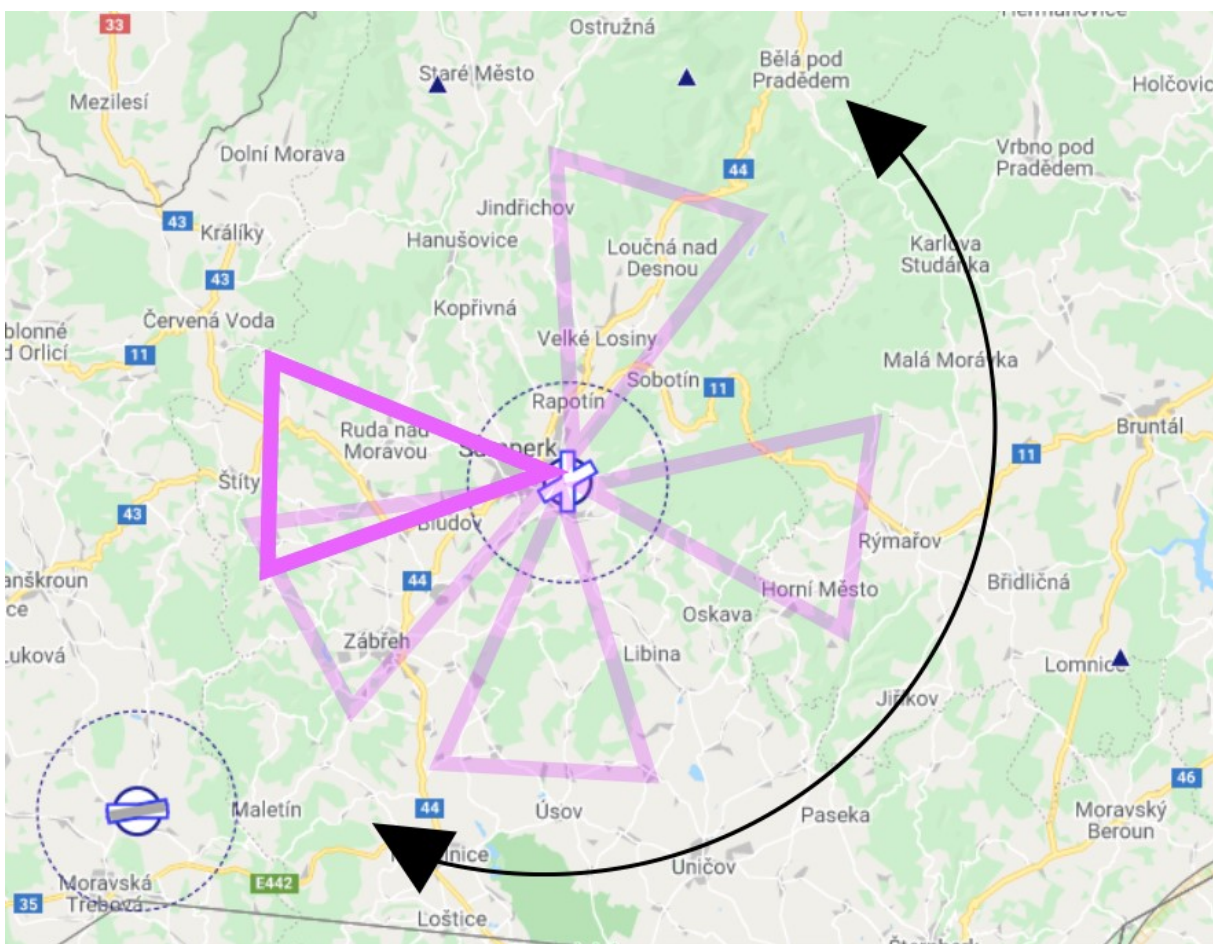
zalétnutí apod. Mezi zobrazené informace bude patřit délka trati v kilometrech, počet otočných bodů a počet stoupání či klesání.

Po rozkliknutí tratě se soutěžícímu zobrazí stránka příslušné tratě. Na ní bude mimo jiné také nákres a výše zmíněné základní informace. Níže na stránce bude také tlačítko pro registraci do soutěžního kola (tratě), po jehož interakci se zobrazí výzva, zdali se chce pilot opravdu pokusit o zalétnutí soutěžního výkonu na dané trati.

Po odsouhlasení se soutěžící dostane na detailní stránku soutěžního kola a zároveň se odkaz na stránku zobrazí v pravém panelu. Na tuto stránku bude mít přístup pouze 24 hodin. Zde budou uvedené veškeré detaily potřebné pro naplánování a zalétnutí soutěžního kola. Bude zde vypsán krátký úvod, ve kterém bude shrnut celý postup pro zdárné naplánování a zalétnutí tratě. Soutěžící dále zadá plánované místo vzletu. Po zadání místa vzletu se na interaktivní mapě níže zobrazí trať s počátkem na zadaném letišti (soutěžící bude mít možnost pohybovat s obrazcem tratě v okruhu 360° okolo místa vzletu, které bude jako neměnný střed). Po umístění obrazce trati soutěžící zadá několik povinných údajů. Mezi povinnými údaji bude výška letu, kterou si soutěžící zvolí sám tak, aby vyhovovala povaze terénu v okolí místa vzletu, a především aby se během soutěžního letu nedostal pod minimální výšku letu povolenou na území České republiky. Dále zadá rychlost, imatrikulaci letounu, se kterým bude let provádět a počet osob, které budou během letu na palubě letounu. Soutěžící bude mít také na výběr, ve které kategorii plánuje let uskutečnit (podle mapy, nebo podle navigačního přístroje). Po vyplnění údajů bude mít soutěžící na výběr, zda si vyplněné informace uloží (pokud plánuje let uskutečnit např. následující den)¹ nebo uložit a zahájit let. V druhém případě bude soutěžící dialogovou zprávou upozorněn, že po odsouhlasení bude muset provést soutěžní let.

Pokud bude chtít pilot provést let rovnou, po odsouhlasení se dostane na stránku s kontrolní časomírou a tlačítkem „ukončit let“. Pro každé kolo bude stanovený čas, za který jej pilot letící zvolenou rychlostí zaletí (v tomto čase bude započten čas na pojíždění, veškeré úkony a menší rezerva). Tento čas bude porovnán také se záznamem z IGC loggeru. Po přistání soutěžící ukončí let a bude odkázán na stránku pro nahrání IGC souboru.

¹ K této vyplněné a uložené stránce bude mít stále přístup skrze pravý panel.



Obrázek 19 – Ukázka možnosti přizpůsobení tratě pro jedno letiště

10.5. Nahrát let

Po rozkliknutí se na hlavním panelu zobrazí tlačítko pro nahrání IGC souboru. Vzhledem k možnosti soutěžit pouze v jednom soutěžním kole (trati), bude po nahrání soubor automaticky přiřazen k danému letu a následně vyhodnocen a umístěn na stránku „výsledky“.

Po úspěšném nahrání bude soutěžící odkázán zpět na domovskou stránku.

10.6. Náповěda a kontakt

Kontakt – v tomto bloku bude uveden kontakt na pořadatele, nebo osoby zodpovědné za průběh a organizaci soutěže. Bude zde také uvedená kontaktní adresa a případně údaje o společnosti zastřešující soutěž. Jednou z možností je také vytvoření kontaktního formuláře.

Náповěda – v bloku pro náповědu bude uveden „návod“ jak se do soutěže zapojit a odpovědi na nejčastější otázky (FAQ). Cílem náповědy je usnadnit uživateli užívání webu i samotné soutěžení a předejít hromadným dotazům stejného typu.

11. Zhodnocení dosažených výsledků

V této bakalářské práci byla vytvořena teoretická podoba online soutěže pro sportovní létání. Byla vytvořena základní pravidla, která by měl být schopen dodržet jakýkoliv potenciální účastník. Byl vytvořen jednoduchý systém bodování aplikovatelný na výstupní data ze zaznamenávacího zařízení. Dále byla vytvořena pravidla pro konstrukci tratě včetně tří ukázkových tratí, které by mohly být v soutěži použity. Dále byla nastíněná možná podoba a struktura webové stránky pro realizaci soutěže včetně naznačení možných funkcí.

12. Závěr

Problematika vytvoření online soutěže pro sportovní létání je natolik rozsáhlá, že nebylo možné pokrýt jak teoretickou část (návrh soutěže), tak praktickou část (realizaci) v jedné diplomové práci. Proto jsem se v této práci zaměřil výhradně na teoretickou část, která může do budoucna sloužit jako podklad pro vytvoření skutečné online navigační soutěže.

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Jiřímu Hořínkovi za odborné vedení a cenné rady poskytované během vypracovávání.

Poděkování patří také mé rodině a blízkým za podporu a rady poskytnuté při tvorbě této práce.

Použitá literatura

- [1] *Letecký předpis provoz letadel L6* [online]. Česká republika: Ministerstvo dopravy [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [2] Zákon o civilním letectví. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Česko: Sbírka zákonů České republiky, 1997, ročník 1997, číslo 49.
- [3] *UL 2 - Část I* [online]. Praha: Letecká amatérská asociace ČR, 2019 [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: http://www.laacr.cz/SiteCollectionDocuments/predpisy/UL%202%20část%20I_26.3.2019.pdf
- [4] *What FAI does* [online]. Lausanne (Švýcarsko): FAI – Fédération Aéronautique Internationale, 2020 [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: <https://www.fai.org/federation>
- [5] *O Aeroklubu* [online]. Praha: Aeroklub České republiky, 2016 [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: <http://aacr.cz>
- [6] *O nás* [online]. Praha: Letecká amatérská asociace ČR [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: <http://www.laacr.cz/Stranky/O-laa-cr/default.aspx>
- [7] *Sportovní řád FAI všeobecný díl* [online]. Lausanne (Švýcarsko): FAI – Fédération Aéronautique Internationale, 2017 [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: <http://www.lkka.cz/sport/docs/SR%20FAI%20vseobeny%20dil%202017%20v1.3.pdf>. Překlad Jiří DODAL 2017.
- [8] *Učebnice pilota 2016: pro žáky a piloty všech druhů letounů a sportovních létajících zařízení, provozujících létání jako svou zájmovou činnost*. Cheb: Svět křídel, 2016. ISBN 978-80-87567-89-0.
- [9] *Výška (letectví)* [online]. San Francisco: Wikimedia Foundation, 2019 [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Výška_\(letectví\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Výška_(letectví))
- [10] DANĚK, Vladimír a Karol FILAKOVSKÝ. *Základy letu (081 00): [učební texty dle předpisu JAR-FCL 1]*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. ISBN 80-7204-449-4.
- [11] *The World Wide Web — not the internet — turns 30 years old* [online]. New York: Vox Media, 2019 [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: <https://www.vox.com/2019/3/12/18260709/30th-anniversary-world-wide-web-google-doodle-history>

- [12] *Webový prohlížeč* [online]. San Francisco: Wikimedia Foundation, 2020 [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Webový_prohl%C3%ADžeč

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Online rozhraní CPS zdroj: https://www.cpska.cz/	11
Obrázek 2 - IGC logger LX Colibri II / Zdroj: https://www.lxnavigation.com/	17
Obrázek 3 - Seznam schválených výrobců. Zdroj: https://www.fai.org/	18
Obrázek 4 - Tabulka rychlostních indexů pro rychlost 140 až 160 km/h.....	23
Obrázek 5 – Grafické znázornění tolerance a penalizovaného prostoru pro kurz	25
Obrázek 6 – Grafické znázornění tolerance a penalizovaného prostoru pro kurz	26
Obrázek 7 – Grafické znázornění kontrolních bodů pro měření času a rychlosti	27
Obrázek 8 – Příklad výpočtu bodového hodnocení pro kurz.....	27
Obrázek 9 – Znázornění maximálního úhlu v otočném bodě	29
Obrázek 10 – Ukázková trať č. 1 vytvořená pomocí programu AirQuestNG	30
Obrázek 11 – Výškový profil ukázkové trati č. 1	30
Obrázek 12 – Ukázková trať č. 2 vytvořená pomocí programu AirQuestNG	32
Obrázek 13 – Výškový profil ukázkové trati č. 2	32
Obrázek 14 – Ukázková trať č. 3 vytvořená pomocí programu AirQuestNG	34
Obrázek 15 – Výškový profil ukázkové trati č. 3	35
Obrázek 16 – Rozložení webové stránky	37
Obrázek 17 – Mapa webové stránky vytvořená pomocí programu MindNode.....	38
Obrázek 18 – Mapa webové stránky vytvořená pomocí programu MindNode.....	38
Obrázek 19 – Ukázka možnosti přizpůsobení trati pro jedno letiště	44